

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра математической экономики

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ДЕНЕЖНЫХ
НАКОПЛЕНИЙ ИНДИВИДА ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ
РЕЖИМОВ ВЗНОСОВ И ВЫПЛАТ РЕНТЫ**

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

Студентки 3 курса 391 группы

Направления 38.04.01- Экономика

механико-математического факультета

Евстифеевой Светланы Александровны

Научный руководитель

доцент, к.ф. -м.н.

должность, уч. степень, уч. звание

дата, подпись

Выгодчикова И.Ю.

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

профессор, д.ф. -м.н.

должность, уч. степень, уч. звание

дата, подпись

Дудов С.И.

инициалы, фамилия

Саратов 2017

ВВЕДЕНИЕ

Финансовое поведение индивида стоит в максимизации собственных накоплений, которые он планирует потратить в будущем, используя текущие сбережения для покупки ценных бумаг и других финансовых инструментов, или размещая их в виде банковских вкладов.

В настоящее время особую популярность приобретают варианты денежных накоплений населения, аналогичные пенсионным программам, когда индивид несколько лет осуществляет регулярные денежные взносы, а затем определенный срок или пожизненно получает гарантированную денежную сумму и возможность участия в прибыли компании.

Процесс анализа индивидуальных накоплений разложим на несколько бизнес-процессов:

- Банковский пополняемый депозит, предполагаемый возможность периодического снятия денег с вклада без потери процентов (ограниченный срок, необходимость пролонгации договора);
- Страхование на дожитие представляет собой программу долгосрочного страхования, заключающуюся в накоплении внесенных страхователем денежных средств на сберегательном счете до наступления страхового случая (по независящим от заявителя причинам). В течение действия договора на внесенные денежные средства начисляются проценты, которые также выплачиваются в момент окончания договора страхования;
- Программа пенсионного накопительного страхования Гранде, позволяет увеличить размер будущей пенсии и, таким образом, сохранить привычный образ жизни после окончания трудовой деятельности.

Финансовое поведение индивида стоит в максимизации собственных накоплений, которые он планирует потратить в будущем, используя текущие сбережения для покупки ценных бумаг и других финансовых инструментов, или размещая их в виде банковских вкладов, а также в удобстве выплат по банковскому кредиту.

Применение математических методов для исследования накопительных процессов является актуальной современной задачей, что и определило тему магистерской работы: «Моделирование динамики денежных накоплений индивида для различных режимов взносов и выплат ренты».

Актуальность темы магистерской работы заключается в том, что в условиях современной экономической действительности, индивиду необходимо владеть современными методами анализа и эффективного управления денежными потоками для положительных изменений в управлении личными финансами.

Объектом исследования работы являются основополагающие характеристики денежных накоплений. Предметом исследования – оценка параметров денежных накоплений, а также формирование и движение денежных потоков индивида.

Целью работы является моделирование денежных накоплений индивида для различных режимов взносов и выплат с использованием двух критериев аппроксимации процентных ставок, а также проведение сравнительного анализа полученных результатов с целью нахождения более эффективного критерия для определенной модели накопительной схемы.

Для достижения поставленной цели в магистерской работе следует решить следующие задачи:

- Рассмотреть понятие процентные ставки в банках;
- Определить возможные варианты денежных накоплений населения;
- Рассмотреть понятие аппроксимации;
- Изучить два критерия аппроксимации;
- Выявить необходимость использования критериев при моделировании денежных накоплений индивида;
- Провести вычислительный эксперимент с использованием 2-ух критериев аппроксимации для процентной ставки;

- Оценить необходимый размер выплат, который будет соответствовать прогнозируемому изменению процентной ставки для двух методов в условиях эквивалентности взносов и выплат;

- Провести анализ критериев МНК и Модели Чебышева;

- Разработать программный продукт для удобства реализации вычислений с использованием макросов VBA (Visual Basic for Applications).

Научной новизной магистерского исследования является метод анализа и стратегического планирования денежных накоплений индивида с применением критериев аппроксимации, что позволяет одновременно оценить финансовую привлекательность и определить в долгосрочной перспективе рациональность использования депозитных вкладов.

В работе рассматривается применение методов минимакса, которые позволяют для стабильного функционирования и планомерного развития бизнеса строить модели динамических рядов и учитывать экономические показатели, такие как цена, прибыль, объем продаж, процентная ставка, стоимость, доходность, финансовые потери, потери времени, оценка риска и т.д.

Минимаксные модели получили признание благодаря высокой устойчивости к помехам и эффективности применения в условиях невозможности получения достаточного количества исходных данных. Применение минимаксных методов в экономике до сих пор не получило широкого распространения, и исследования в данном направлении являются актуальными и перспективными для решения экономических задач.

Для построения прогнозов накоплений разработан и запрограммирован алгоритм вычислений с использованием макросов VBA (Visual Basic for Applications), который работает, выполняя макросы, пошаговые процедуры, написанные на языке Visual Basic.

Основное содержание работы

В работе рассмотрены теоретические и методологические положения анализа накопительных процессов с использованием финансовой ренты. Приведен инструментарий анализа процессов и вычислительные эксперименты, для аппроксимации динамических процессов накопления денег применён минимаксный подход. Аппарат моделирования минимаксных зависимостей применен в финансовом анализе накопительных процессов.

Рассмотрены накопительные схемы для различных режимов взносов и последующих выплат. Представлен сравнительный анализ схем накоплений с использованием двух критериев аппроксимации. Для рационализации расчетов использованы функции в Microsoft Excel.

Практическая часть исследования позволяет провести стратегическое планирование денежных накоплений индивида с применением критериев аппроксимации, которые позволяют реализовать приближенное представление зависимостей величин с помощью известных функций или их комбинаций, подобранных надлежащим образом. Подход к такой задаче и конкретный метод ее решения определяются выбором используемого критерия качества приближения и формой представления исходных данных.

Новизна исследования магистерской работы

Формирование и использование персональных финансов определяется не только цикличностью экономической конъюнктуры, но и жизненным циклом самого индивида. В течение жизни индивид формирует фонд персонального накопления (сбережения) и потребления. Формирование таких фондов происходит за счет персонального текущего дохода каждого индивида и совокупного богатства, накопленного индивидом.

В мире проведено множество исследований по особенностям финансового поведения населения на современном этапе развития экономики: через понятие накопления проанализированы особенности

сберегательного поведения домашних хозяйств и потребительские настроения в обществе.

Вместе с тем практически отсутствуют методологически обоснованные подходы к анализу и моделированию возможных накоплений индивида. В недостаточной мере рассмотрены приёмы моделирования многоэтапных накопительных процессов. Учитывая, что эта проблема оказалась в настоящее время недостаточно исследованной, возникает необходимость в разработке механизмов взаимодействия на финансовом рынке, позволяющих комплексно, с системных позиций обосновать принимаемые решения по использованию денежных средств индивида для формирования возможных накоплений. В недостаточной мере разработаны проблемы методологического характера в формализации расчетов денежных накоплений. Отмеченные проблемы методологического и практического характера обусловили актуальность и цель выбранного направления исследования магистерской работы.

Обзор методов анализа временных рядов

Последовательность упорядоченных во времени количественных экономических показателей является основной формой фиксации результатов деятельности любой экономической системы и описания экономических процессов. Для стабильного функционирования и планомерного развития бизнеса необходимо постоянно учитывать и анализировать динамические ряды таких экономических показателей, как цена, прибыль, объем продаж, процентная ставка, стоимость, доходность, финансовые потери, потери времени, оценка риска и т.д. Поэтому методы анализа временных рядов занимают ключевое место в экономической науке.

Одним из подходов, позволяющих строить модели динамических рядов, обладающие указанными свойствами, является применение методов минимакса. Свое развитие эти методы получили в работах таких ученых, как В.Ф. Демьянов, В.К. Дзядык, С.И. Дудов, Е.Я. Ремез, П.Л. Чебышев, В. Sendov.

Минимаксные модели получили признание благодаря высокой устойчивости к помехам и эффективности применения в условиях невозможности получения достаточного количества исходных данных. Применение минимаксных методов в экономике до сих пор не получило широкого распространения, и исследования в данном направлении являются актуальными и перспективными для решения экономических задач.

Роль аппроксимации временного ряда для анализа и прогнозирования

При изучении зависимостей между величинами важной задачей является приближенное представление (аппроксимация) этих зависимостей с помощью известных функций или их комбинаций, подобранных надлежащим образом. Подход к такой задаче и конкретный метод ее решения определяются выбором используемого критерия качества приближения и формой представления исходных данных.

Под аппроксимацией в данном случае понимается выравнивание статистических рядов, цель которого состоит в получении непрерывных упрощенных математических функций численности или функций динамики на основе данных изолированных дискретных эмпирических наблюдений, содержащих естественные случайные погрешности. С математической точки зрения аппроксимация (от латинского *approximato* - приближение) это упрощенное выражение сложных исходных непрерывных зависимостей через более простые аналитические функции в пределах заданного ограниченного множества показателей и с контролируемыми минимально возможными отклонениями.

Метод аппроксимации основанный на задаче П. Л. Чебышева

Минимаксная мера (мера Чебышева – минимизация максимального расхождения функции аппроксимации с данными) обеспечивает наилучшее приближение при равномерном распределении значений случайной составляющей. Реальные экономические процессы часто описываются такими рядами данных, в которых каждому моменту времени соответствует

несколько значений того или иного показателя. При этом в определенные моменты времени известно точное значение показателя, или на него накладываются строгие ограничения, в другие моменты времени значения этого же показателя могут быть измерены с погрешностью или вовсе отсутствовать.

Основной проблемой, решаемой в процессе исследования, является разработка метода получения минимально возможного количества узлов (так называемых точек экстремального базиса), которые позволяют получить максимальную точность аппроксимации, независимо от количества наблюдений.

Метод аппроксимации данных, основанный на исследованиях П. Л. Чебышёва о равномерном наилучшем приближении функции алгебраическим полиномом фиксированной степени и обобщении этого метода, который позволяет выявить дополнительные свойства динамического ряда. При рассмотрении обратной задачи (зависимая и независимая переменные меняются местами) решением будет прежняя линейная функция, естественно, если $\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 x$, а $\hat{x} = \omega_0 + \omega_1 x$, то $\omega_0 = -\frac{\beta_0}{\beta_1}$,

$\omega_1 = -\frac{1}{\beta_1}$, что особенно ценно при анализе перекрестных данных. Также

немаловажен факт наличия перспектив исследования. Разработаны методы решения обобщений этой задачи. Указанный метод целесообразно применять для оценки сглаженных или достаточно стабильных данных, например динамики численности населения, числа работников на предприятии, объема инвестиций в экономику, индекса цен, процентных ставок крупных банков, объема ВВП, остаточной стоимости объектов жилого фонда и т. п. Приведем формулировку задачи П. Л. Чебышёва для дискретного случая. Пусть

$T = \{t_0 < t_1 < \dots < t_N\}$ дискретная сетка значений некоторой

функции $y_k = y(t_k), k = \overline{0, N}$, состоящая из «узлов» $t_k, k = \overline{0, N}$,

$p_n(A,t)=a_0+a_1t+\dots+a_nt^n$ алгебраический полином степени не выше n с вектором коэффициентов: $A=(a_0,a_1,\dots,a_n)\in R^{n+1}$, N и n – целые неотрицательные числа. Требуется минимизировать максимальное по всем узлам сетки T уклонение алгебраического полинома от значений дискретной функции в этих узлах: $\varphi(A)=\max_{k=0,N}|y_k-p_n(A,t_k)|\rightarrow\min_{A\in R^{n+1}}$.

Решение такой задачи всегда существует вне зависимости от соотношений между N и n , а при $N\geq n$ оно единственно.

Аппроксимация взносов. Обозначим через y_t размер взноса в начале t -ого месяца. Используем линейную модель аппроксимации размера взноса $R_t=R+\beta t, t=0,\dots,12n-1$. Применим метод наименьших квадратов (МНК) и минимаксный метод, основанный на решении задачи П.Л. Чебышёва для линейного случая.

Для оценки параметров модели по методу наименьших квадратов (и далее расчета выплаты $PP^{\text{МНК}}$), решаем задачу:

$$\sum_{t=0}^{12n-1} \left(y_t - \left(R^{\text{МНК}} + \beta^{\text{МНК}} t \right) \right)^2 \rightarrow \min_{R^{\text{МНК}}, \beta^{\text{МНК}}} \quad (i="МНК")$$

Оценка параметров по минимаксной модели Чебышёва предполагает решение следующей задачи:

$$\max_{t=0,\dots,12n-1} |y_t - R^{\text{ch}} + \beta^{\text{ch}} t| \rightarrow \min_{R^{\text{ch}}, \beta^{\text{ch}}} \quad (i="ch")$$

В экспериментальной части работы приведена программная реализация и анализ накопительных схем для различных режимов взносов и последующих выплат. Представлен сравнительный анализ схем накоплений с использованием двух критериев аппроксимации. Для рационализации расчетов использованы функции в Microsoft Excel и VBA.

Практическая часть исследования позволяет провести стратегическое планирование денежных накоплений индивида с применением критериев аппроксимации, которые позволяют реализовать приближенное

представление зависимостей величин с помощью известных функций или их комбинаций, подобранных надлежащим образом. Подход к такой задаче и конкретный метод ее решения определяются выбором используемого критерия качества приближения и формой представления исходных данных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование в финансово-банковской операции условий, предполагающих выплаты в виде финансовой ренты, существенно упрощает количественный анализ, дает возможность применять стандартные формулы и таблицы значений ряда необходимых для расчетов коэффициентов.

Принцип временной ценности денег делает невозможным прямое суммирование членов ренты. Для учета влияния фактора времени к каждому члену ренты применяются правила наращения и дисконтирования только сложных процентов, то есть предполагается, что получатель потока имеет возможность реинвестировать получаемые им суммы.

Ни в теории, ни на практике таких ограничений нет, наоборот, существуют большие, очень большие и даже бесконечные денежные потоки (вечные ренты), поэтому были разработаны специальные методы, позволяющие анализировать ренту не по каждому ее члену в отдельности, а как единую совокупность - рассчитывать ее будущую и приведенную величины, а также определять размеры других важных параметров ренты.

В работе рассмотрены теоретические и методологические положения анализа накопительных процессов с использованием финансовой ренты. Приведен инструментарий анализа процессов и вычислительные эксперименты, для аппроксимации динамических процессов накопления денег применён минимаксный подход. Аппарат моделирования минимаксных зависимостей применен в финансовом анализе накопительных процессов.

Практическая часть исследования позволяет провести стратегическое планирование денежных накоплений индивида с применением критериев аппроксимации, которые позволяют реализовать приближенное

представление зависимостей величин с помощью известных функций или их комбинаций, подобранных надлежащим образом. Подход к такой задаче и конкретный метод ее решения определяются выбором используемого критерия качества приближения и формой представления исходных данных.

СПИСОК НЕКОТОРЫХ ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Выгодчикова, И.Ю. Минимаксный метод моделирования многозначных динамических рядов в экономике. – Саратов: Саратовский социально-экономический институт (филиал) РЭУ им. Г.В. Плеханова, 2017. 116 с.
- 2 Выгодчикова, И.Ю., Евстифеева С.А. О моделировании денежных накоплений индивида в режиме монотонной ренты // «Математическое моделирование в экономике, страховании и управлении рисками»: сборник материалов IV Междунар. молодежной науч.-практ. конф.: в 2 т. – Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2015. - С. 48-53.
- 3 Выгодчикова, И. Ю. О методе аппроксимации экономических данных, основанном на задаче П.Л. Чебышева и ее обобщении / Изв. Сарат. ун-та. Сер. Экономика. Управление. Право, 2013. Т.2, вып. 1. С. 77–80.
- 4 Процентный анализ финансовых потоков: Учеб. пособие для студентов экон.- мат. Спец. – Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2008. 48с.: ил.
- 5 Расчетные функции аппроксимации прогнозных трендов [Электронный ресурс] : сайт, URL: <http://webcenter.ru/~akorneev/base01/us-prg06.html> (дата обращения 17.08.2017). Загл. с экрана. Яз. рус.
- 6 Классический метод наименьших квадратов [Электронный ресурс] : сайт, URL: <http://works.doklad.ru/view/LTI1Xp37Hbc.html> (дата обращения 17.08.2017). Загл. с экрана. Яз. рус.
7. Караулов В.М., Караулова Л.В. Формирование умений математического моделирования при проведении оценки эффективности финансовых операций // Вестник Вятского государственного университета. – 2015. – № 11. – С. 138-141.